

POTENSI MIKROBA ASAL MIKROORGANISME LOKAL DALAM MENINGKATKAN PERKECAMBAHAN BENIH PAPRIKA

*(The Potentials of Local Origin Microorganism in
Improving Sweet Pepper's Seed Germination)*

Abdul Hasyim Sodik^{1*}, Mieke Rochimi Setiawati², Dwi Andreas Santosa³,
Dedi Widayat²

¹Staf Pengajar Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Raya Jakarta Km 4 Pakupatan Serang Banten

² Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas
Padjadjaran

Jl. Raya Jatinangor Km.12 Sumedang Jawa Barat

³ Staf Pengajar Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas
Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680

*e-mail korespondensi: abdul_hasyimsodik@yahoo.co.id

ABSTRACT

This experiment was continues from the study of biological fertilizers potential's local microorganisms from the best main raw materials obtained from previous experiments. This experiment used five selected raw materials to make local microorganisms, including: bamboo roots, broccoli leaves, chicken manure, rabbit manure and goat manure, each raw material was made 2 times so that there were 10 local microorganisms samples. The results showed that the highest of total bacterial population were shown by local microorganisms goat manure with a value of 7.2×10^5 cfu/ml, then the highest population of *Azotobacter* and *Azospirillum* were shown by local microorganisms rabbit manure with values of 6.4×10^4 cfu/ml and 3.5×10^3 cfu/ml and total fungi populations was local microorganisms goat manure with a value of 4.7×10^3 propagules/ml. In the pathogenicity test, 9 nine bacterial isolates were obtained, 25 *Azotobacter* isolates, 15 *Azospirillum* isolates were proven to provide negative responses to the pathogenicity test. Furthermore, in the seed nursery test, only 33 microbial isolates were obtained which could support the growth of paprika seeds with the best results were shown by aquadest water control, 4B-1 NFB, 5A-1 NFB, and 1A-2 NFB isolates respectively.

Keywords: local microorganisms, total bacteria, azotobacter, azospirillum, total fungi.

PENDAHULUAN

Salah satu upaya untuk menjaga kesehatan dan kesuburan tanah dari kejenuhan penggunaan pupuk kimia yang berlebihan perlu dicari alternatif penggunaan pupuk yang ramah lingkungan. Salah satu pupuk yang dapat digunakan adalah pupuk Mikroorganisme Lokal atau biasa disebut petani dengan MOL. Bahan-bahan yang sangat mudah didapat membuat sebagian besar petani dapat dengan mudah membuat pupuk MOL dan diaplikasikan pada tanaman yang mereka budidayakan (Rahmah *et al.*, 2019). Kualitas MOL yang baik banyak mengandung mikroorganisme bermanfaat, sehingga dapat menjadi alternatif sumber agen hayati komersial yang berfungsi sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*).

Pupuk hayati didefinisikan sebagai zat yang mengandung mikroorganisme hidup dan bila diterapkan pada benih, permukaan tanaman atau tanah dapat berkolonisasi dengan rhizosfer atau bagian dalam tanaman dan mendorong pertumbuhan tanaman dengan

meningkatkan pasokan atau ketersediaan nutrisi utama bagi tanaman inang (Vessey, 2003). Pemanfaatan mikrob penghasil hormon juga telah banyak dilakukan, seperti *Azotobacter chroococcum* memiliki kemampuan dalam menambat N₂, menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti giberelin dan sitokinin, dan memproduksi siderofor (Hindersah, 2004). Bakteri *Azotobacter* dan *Azospirillum* dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui fiksasi nitrogen, dan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokinin (Nasahi, 2010 dalam Kartikawati *et al.*, 2016). Untuk itu pada penelitian ini dicoba melihat potensi mikroorganisme asal MOL petani desa Cibodas sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan perkecambahan benih paprika unggul.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2019, pembuatan MOL dilakukan pada rumah plastik (*green house*) Kelompok Tani Macakal, Cibodas-Lembang.

Pelaksanaan analisis dan isolasi mikroorganisme, uji hemolisis, uji patogenitas dan aplikasi mikroorganisme non patogen pada benih paprika dilakukan di Laboratorium Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik (BB-Biogen) Cimanggu, Bogor.

Lima bahan baku utama untuk membuat MOL, diantaranya: akar bambu (*Gigantochloa apus* L.), daun brokoli (*Brassica oleracea* L.), bonggol pisang (*Musa paradisiaca* L.), kotoran ayam dan urine kelinci. Bahan baku utama lalu ditambahkan sumber glukosa (air gula dengan pengenceran 3 kg pada 3 liter air) dan air cucian beras. Ember volume 10 liter, pH meter, alat pengukur suhu, saringan, pisau/golok untuk mencacah, sarung tangan, dan masker. Juga alat dan bahan analisis di laboratorium.

Cara pembuatan mikroorganisme lokal, yaitu 2 kg bobot basah bahan baku dihaluskan

dengan dicacah dicacah hingga ukuran maksimal 10 mm kemudian dicampur dengan 4 liter air gula lalu direndam dengan 4 liter air cucian beras dalam wadah plastik volume 10 liter. Wadah ditutup dengan kertas lalu disimpan selama 14 hari, setelah MOL tercampur secara homogen lalu disaring dan kemudian dimasukkan ke dalam botol plastik steril sebanyak 250 ml dilabel dan disimpan dalam *cool box* untuk dianalisis di laboratorium.

Selanjutnya guna mengetahui total populasi bakteri, populasi *Azotobacter*, populasi *Azospirillum*, total fungi, uji hemolisis, uji patogenitas dan kemampuan mikroba terpilih dalam mendukung persemaian benih paprika maka dilakukan serangkaian analisis seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkaian uji mikroba asal mikroorganisme lokal.

Parameter	Metode/Media	Satuan
Total bakteri	<i>Nutrient Agar</i>	CFU ml ⁻¹

<i>Azotobacter</i>	LG	CFU ml ⁻¹
<i>Azospirillum</i>	<i>Nitrogen Free Bromothymol blue</i>	CFU ml ⁻¹
Total fungi	PDA	Propagul ml ⁻¹
Uji Hemolisis	<i>Blood agar</i>	+/-
Uji Patogenitas	Daun tembakau	+/-

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Total Bakteri, Azotobacter,

Azospirillum, Total Fungi

Analisis populasi mikroorganisme potensial diawali dengan melakukan pengamatan total populasi bakteri dan dilanjutkan pengamatan populasi *Azotobacter*, *Azospirillum* dan total fungi. Adanya

kekeruhan larutan dan terbentuknya gas merupakan akibat respirasi mikroba yang terjadi. Sejalan dengan pendapat Saraswati *et al.* (2007), bahwa pertumbuhan mikrob ditandai dengan terjadinya kekeruhan dan gas pada media cair dan terbentuknya koloni mikrob pada media padat. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan populasi total bakteri, *azotobacter*, *azospirillum*, dan total fungi.

No.	Kode Sampel	Populasi (CFU ml ⁻¹)/ (Propagul ml ⁻¹)			
		Total Bakteri	<i>Azotobacter</i>	<i>Azospirillum</i>	Total Fungi
1	1A Akar bambu	5,5 x 10 ⁵	0,7 x 10 ⁴	3,3 x 10 ²	3,3 x 10 ³
2	1B Akar bambu	2,0 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴	0,4 x 10 ²	2,9 x 10 ³
3	2A Daun brokoli	2,7 x 10 ⁵	-	0,4 x 10 ²	1,9 x 10 ³
4	2B Daun brokoli	0,8 x 10 ⁴	-	-	1,9 x 10 ³
5	3A Kotoran ayam	3,5 x 10 ⁵	0,7 x 10 ⁴	3,3 x 10 ²	-
6	3B Kotoran ayam	3,3 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁴	3,3 x 10 ²	4,1 x 10 ³
7	4A Kotoran kelinci	8,4 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁴	3,3 x 10 ²	2,0 x 10 ³
8	4B Kotoran kelinci	2,1 x 10 ⁵	6,4 x 10 ⁴	3,5 x 10 ³	2,2 x 10 ³
9	5A	6,3 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁴	2,2 x 10 ²	4,7 x 10 ³

10	Kotoran kambing 5B Kotoran kambing	7,2 x 10 ⁵	2,7 x 10 ⁴	0,6 x 10 ²	3,1 x 10 ³
----	--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Penggunaan isolat mikroorganisme lokal (*indigenous*) lebih dianjurkan dalam seleksi inokulasi pada tanaman karena mikroorganisme tersebut telah beradaptasi dengan kondisi ekologi setempat dibandingkan dengan strain non-indigenous (Bhattarai and Hess dalam Kizilkaya, 2008). Studi lain menunjukkan bahwa *Azotobacter* tidak hanya efektif untuk fiksasi N namun juga dapat memproduksi hormon tumbuh, bahan fungisida, siderofor dan mampu melarutkan fosfat (Jalilian *et al.*, 2012 dalam Maman *et al.*, 2012). Beberapa penelitian (Simarmata *et al.* 2004; Maslahat dan Suharyanto, 2005) telah membuktikan bahwa mikroba penghasil hormon tumbuh sangat bermanfaat untuk memacu pertumbuhan tanaman.

Hasil perhitungan populasi total bakteri, *Azotobacter*, *Azospirillum* dan total fungi berdasarkan pengamatan bentuk dan perkembangan isolat terbaik,

kemudian diambil tiga isolat baik dari total bakteri, *Azotobacter*, *Azospirillum* dan tiga propagul total fungi sehingga dengan 10 sampel MOL didapat 90 isolat bakteri dan 30 propagul fungi untuk selanjutnya dilakukan serangkaian uji lanjutan.

Uji Hemolisis dan Uji Patogenitas Bakteri

Pengujian hemolisis digunakan untuk mengetahui isolat berpotensi patogen atau tidak baik pada manusia maupun hewan. Isolat ditumbuhkan pada media *Blood Agar* (Difco, 2009) yang telah dicampur darah domba 5%. Pengujian menggunakan control positif bakteri patogen pada manusia atau hewan. Setelah diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu ruang, apabila ada zona bening di sekeliling koloni, menunjukkan isolat berpotensi sebagai patogen (Difco, 2009).

Agar darah merupakan media differensial untuk membedakan bakteri berdasarkan kemampuan melisiskan sel darah merah. Karakterisasi sifat

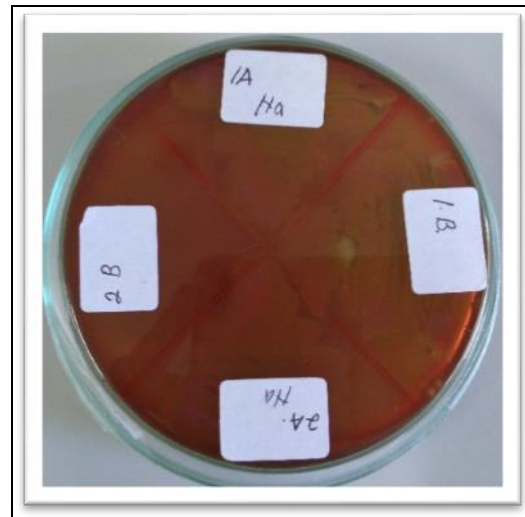
hemolysis bakteri dilakukan dengan menginokulasikan satu ose isolat pada permukaan media agar darah domba, kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama

18-24 jam.

Pengamatan karakter hemolisis didasarkan atas bentuk zona hemolisis di sekeliling koloni bakteri (Balashova *et al.* 2006).



Isolat tidak berpotensi Patogen (A)



Isolat berpotensi sebagai patogen (B)

Gambar. 1 Uji hemolisis pada media *blood* agar.

Yeh *et al.* (2009) menyatakan bahwa sifat hemolisis ada tiga tipe, yaitu alpha, beta, dan gamma. Gamma hemolisis berarti sel darah merah tidak mengalami lisis dan tidak ada perubahan medium di sekitar koloni. Alpha hemolisis yaitu sel darah merah mengalami lisis dengan reduksi hemoglobin menjadi methemoglobin dan menghasilkan lingkaran kehijauan di sekitar zona pertumbuhan bakteri.

Beta hemolisis adalah sel darah merah mengalami lisis dan dilengkapi kerusakan dan penggunaan hemoglobin oleh organisme, menghasilkan zona bening di sekeliling koloni.

Pada pengujian patogenitas atau respons hipersensitif menggunakan daun tembakau menurut Schaad *et al.* (2001) yang dimodifikasi, untuk mengetahui isolat

berpotensi sebagai patogen pada tanaman atau tidak. Isolat dengan kerapatan 10^5 CFU ml⁻¹ dalam media cair disuntikkan (tanpa jarum) ke daun tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) berumur 3 bulan menggunakan *syringe* 1 ml dan diamati sampai 48 jam. Kontrol negatif menggunakan air steril dan kontrol positif dengan bakteri patogen tanaman.

Pada uji hipersensitifitas, isolat bakteri diinokulasikan ke media NB selama 2 hari. Suspensi bakteri kemudian disuntikkan pada sisi absial daun tembakau. Pengamatan dilakukan setelah 48 jam dengan melihat gejala nekrotik pada daun tembakau. Dalam pelaksanaan uji ini disertakan juga kontrol positif (bakteri patogen) agar terlihat perbedaan yang jelas pada hasil akhir pengujian.



A

Isolat tidak berpotensi Patogen (-)



B

Isolat berpotensi sebagai patogen (+)

Gambar 2. Uji patogenitas pada daun tembakau

Hipersensitif merupakan reaksi inang terhadap adanya serangan patogen. Reaksi ini biasanya menyebabkan kematian sebagian sel inang yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan patogen

(Lindsay *et al.*, 1993; Arwiyanto *et al.*, 2007). Hasil uji hemolisis dengan agar darah dan uji hipersensitivitas dengan daun tembakau menghasilkan 49 isolat bakteri yang tidak patogen terhadap hewan, manusia dan vegetasi. Hasil

uji hemolisis dan patogenitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Uji Hemolisis dan Uji Hipersensitif Bakteri.

No.	Kode Isolat	Hasil Uji		Kode Isolat	Hasil Uji		Kode Isolat	Hasil Uji Bakteri	
1	Na-1A.1	+	+	Na-1A.2	+	+	Na-1A.3	+	+
2	Na-1B.1	+	+	Na-1B.2	+	+	Na-1B.3	+	+
3	Na-2A.1	+	+	Na-2A.2	+	+	Na-2A.3	+	+
4	Na-2B.1	-	-	Na-2B.2	+	+	Na-2B.3	-	-
5	Na-3A.1	+	+	Na-3A.2	+	+	Na-3A.3	+	+
6	Na-3B.1	-	-	Na-3B.2	+	+	Na-3B.3	-	-
7	Na-4A.1	-	-	Na-4A.2	+	+	Na-4A.3	-	-
8	Na-4B.1	-	-	Na-4B.2	-	-	Na-4B.3	-	-
9	Na-5A.1	+	+	Na-5A.2	+	+	Na-5A.3	+	+
10	Na-5B.1	+	+	Na-5B.2	+	+	Na-5B.3	+	+
<i>Azospirillum</i>									
1	NF-1A.1	-	-	NF-1A.2	-	-	NF-1A.3	+	+
2	NF-1B.1	-	-	NF-1B.2	-	-	NF-1B.3	-	-
3	NF-2A.1	+	+	NF-2A.2	-	-	NF-2A.3	-	-
4	NF-2B.1	+	+	NF-2B.2	-	-	NF-2B.3	+	+
5	NF-3A.1	-	-	NF-3A.2	-	-	NF-3A.3	-	-
6	NF-3B.1	-	-	NF-3B.2	-	-	NF-3B.3	-	-
7	NF-4A.1	-	-	NF-4A.2	-	-	NF-4A.3	-	-
8	NF-4B.1	-	-	NF-4B.2	-	-	NF-4B.3	-	-
9	NF-5A.1	-	-	NF-5A.2	-	-	NF-5A.3	-	-
10	NF-5B.1	+	+	NF-5B.2	-	-	NF-5B.3	-	-
<i>Azotobacter</i>									
1	LG-1A.1	-	-	LG-1A.2	+	+	LG-1A.3	+	+
2	LG-1B.1	-	-	LG-1B.2	+	+	LG-1B.3	-	-
3	LG-2A.1	-	-	LG-2A.2	+	+	LG-2A.3	+	+
4	LG-2B.1	-	-	LG-2B.2	+	+	LG-2B.3	+	+
5	LG-3A.1	+	+	LG-3A.2	-	-	LG-3A.3	+	+
6	LG-3B.1	+	+	LG-3B.2	-	-	LG-3B.3	-	-
7	LG-4A.1	-	-	LG-4A.2	+	+	LG-4A.3	-	-
8	LG-4B.1	-	-	LG-4B.2	-	-	LG-4B.3	-	-
9	LG-5A.1	-	-	LG-5A.2	+	+	LG-5A.3	+	+
10	LG-5B.1	-	-	LG-5B.2	+	+	LG-5B.3	+	+

Hasil pada Tabel 3 agar blood menunjukkan respons menunjukkan trend apabila pada media negatif maka pada daun tembakau

akan negatif pula. Hal ini menunjukkan bahwa bila isolat tidak patogen pada hewan dan manusia kemungkinan besar juga tidak akan patogen pada tumbuhan. Infeksi patogen melalui lenti sel (stomata) dan luka mudah terjadi, tetapi infeksi langsung patogen lebih sulit terjadi. Kemampuan patogen dalam menginfeksi secara langsung terjadi apabila patogen memiliki enzim yang dapat masuk ke dalam benih seperti patogen antraknosa. Patogen ini mampu menguraikan dinding sel inang, sehingga memudahkan patogen masuk ke dalam jaringan dan menginfeksi inang (Soesanto, 2006 dalam Sukmadewi, 2017).

Aplikasi Mikroba pada Uji Daya Kecambah Benih Paprika

Uji kemampuan mikroba yang sudah terbukti non patogen baik

terhadap hewan, tumbuhan dan manusia dilanjutkan dengan uji daya dukung pada fase perkecambahan benih paprika. Uji dilakukan dengan memberikan suspensi isolat mikroba sebanyak 10^5 CFU ml^{-1} dan diaplikasikan pada 10 benih paprika unggul di cawan petri yang sudah dilapisi kertas saring, inkubasi dilakukan selama 14 hari karena hingga 7 hari pengamatan belum menunjukkan pertumbuhan yang optimal.

Berikut hasil pengamatan pertumbuhan benih paprika dari 49 isolat yang diuji hanya 33 isolat yang menunjukkan pertumbuhan benih paprika, selengkapnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengamatan daya dukung mikroba terhadap cabai paprika.

No.	Kode Isolat	Jumlah Kecambah Tumbuh			Rata-Rata
		Petri 1	Petri 2	Petri 3	
1	4B-2 LG	6	3	3	4,00
2	4B-3 LG	6	4	6	5,33
3	4A-1 LG	5	5	4	4,67
4	3B-3 LG	8	5	5	6,00
5	3A-1 NFB	6	5	7	6,00
6	2A- 2 NFB	1	0	2	1,00

7	1B-3 LG	4	5	7	5,33
8	3A-2 LG	7	5	7	6,33
9	3B-2 LG	6	7	8	7,00
10	5A-2 NFB	6	8	7	7,00
11	2B-2 NFB	4	5	3	4,00
12	5B-1 LG	5	7	7	6,33
13	4A-1 NFB	8	4	9	7,00
14	5A-3 NFB	6	2	6	4,67
15	3B-2 NFB	5	6	5	5,33
16	3B-1 NFB	6	8	8	7,33
17	4A-2 NFB	7	4	5	5,33
18	3B-3 NFB	7	6	5	6,00
19	5A-1 NFB	7	8	8	7,67
20	3B-3 NFB	7	6	5	6,00
21	1B-3 NFB	6	5	8	6,33
22	3A-3 NFB	7	9	6	7,33
23	1A-2 NFB	6	8	8	7,33
24	1B-2 NFB	6	7	5	6,00
25	1A-1 NFB	3	3	5	3,67
26	2A-3 NFB	7	8	5	6,67
27	4B-2 NFB	4	6	6	5,33
28	4B-3 NFB	6	7	7	6,67
29	4B-1 NFB	7	9	7	7,67
30	3A-1 NFB	7	7	6	6,67
31	5B-2 NFB	6	7	8	7,00
32	1B-1 NFB	4	7	6	5,67
33	4A-3 NFB	5	9	6	6,67
34	Air	10	9	9	9,33

Keterangan: NFB = *Azootobacter*; LG = *Azospirillum*

Hasil pengamatan perlakuan kontrol menggunakan air aquades steril menunjukkan hasil terbaik yaitu hampir tumbuh dominan 9,33. Hal ini menunjukkan bawasannya benih yang dipakai dalam uji ini memiliki kemampuan tumbuh di atas 90%, berturut-turut selanjutnya hasil terbaik ditunjukkan dengan nilai 7,67 oleh 2

isolat dan 7,33 isolat berikutnya. Isolat tersebut ialah: 5A-1 NFB, 4B-1 NFB dan 1A-2 NFB.

Hasil uji kemampuan isolat dalam persemaian paprika dengan hasil terbaik pada perlakuan kontrol (air), menunjukkan bahwa aplikasi mikroba belum tentu memberikan dampak positif pada benih unggul

karena benih unggul kemungkinan besar sudah memiliki fitohormon indeginous yang dapat mendukung pertumbuhannya sehingga tidak merespons kedatangan fitohormon baru yang dibawa oleh isolat mikroba asal MOL. Hal tersebut menunjukkan ada potensi isolat mikroba digunakan pada benih-benih yang belum memiliki kemampuan optimal pada masa perkecambahan sehingga dapat mengakibatkan pertumbuhannya lebih baik lagi dengan aplikasi isolat mikroba.

Hasil penelitian Sutariati dan Safuan (2012), dimana penggunaan rizobakteri *Bacillus polymixa* BG25, *Pseudomonas fluorescens* PG01 dan *Serratia liquefaciens* SG01 efektif meningkatkan kualitas benih, pertumbuhan dan hasil cabai, sehingga potensi perbaikan kualitas benih dengan aplikasi mikroba pada perkecambahan memang masih perlu terus diteliti. Menurut Setiawati *et al.* (2018) benih bermutu dari varietas unggul merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi di bidang pertanian termasuk cabai merah.

SIMPULAN

1. Hasil perhitungan populasi total bakteri didapat hasil terbaik oleh MOL kotoran kambing dengan hasil $7,2 \times 10^5$ CFU ml⁻¹, Sedangkan populasi *Azotobacter* dan *Azospirillum* hasil terbaik ditunjukkan oleh MOL kotoran kelinci dengan hasil $6,4 \times 10^4$ CFU ml⁻¹ dan $3,5 \times 10^3$ CFU ml⁻¹. Pengamatan total populasi fungi hasil terbaik ditunjukkan oleh MOL kotoran kambing dengan nilai $4,7 \times 10^3$ propagul ml⁻¹. Pada uji patogenitas didapat 9 isolat bakteri, 25 isolat *Azotobacter*, 15 isolat *Azospirillum* yang terbukti memberikan respons negatif pada uji patogenitas.
2. Pada uji aplikasi mikroba pada perkecambahan benih didapat hanya 33 isolat mikroba yang dapat mendukung pertumbuhan benih paprika unggul dengan hasil yang terbaik ke-1, 2, 3 dan 4 ditunjukkan oleh kontrol air aquades, 4B-1 NFB, 5A-1 NFB, 1A-2 NFB.

SARAN

Penelitian dapat dilanjutkan dengan aplikasi mikroba pada benih-benih yang perlu diperbaiki kualitas perkecambahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arwiyanto. T., Maryudani, Y.M.S., Prasetyo, A.E. 2007. Karakterisasi dan Uji Aktivitas *Bacillus* spp. sebagai Agensia Pengendalian Hayati Penyakit Lincat pada Tembakau Temanggung. *Berk Penel Hayati*. 12: 93-98.
- Balashova, N.V., Crosby, J.A., Ghofaily, L.A., Kachlany, S.C. 2006. Leukotoxin Confers Beta-Hemolytic Activity to *Actinobacillus actinomycetemcomitans*. *Infection Commun*. 74 (4): 2015-2021.
- Difco. 2009. Manual of Microbiological Culture Media. Zimbardo MJ, Power DA, Miller SM, Wilson GE, Johnson JA, editor. Ed ke-2. Becton, Dickinson and Company. Maryland.
- Hindersah, R., T. Simarmata. 2004. Potensi Rizobakteri *Azotobacter* dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah. *J Nature Indones*. 5 (2): 127-133.
- Kartikawati, A., Trisilawati, O., Darwati, I. 2017. Pemanfaatan Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) pada Tanaman Rempah dan Obat. *J. Perpektif*. 16 (1): 33-43.
- Kizilkaya. R. 2008. Yield Response and Nitrogen Concentrations of Spring Wheat (*Triticum aestivum*) Inoculated with *Azotobacter chroococcum*. *J. Ecological Engineering* 33: 150-156.
- Lindsay, W.P., Lamb, C.J., Dixon, R.A. 1993. Microbial Recognition and Activation of Plant Defence System. *Trends Microbiol*. 5 (1): 181-187.
- Maman, H., Sasmita, K.D., Pranowo, D. 2012. Pemanfaatan Mikroba Rizosfer untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Serapan Hara pada Tanaman Lada. *Buletin Ristri* 3 (2): 143-150.
- Maslahat, M., Suharyanto. 2005. Produksi *Indol Asetic Acid* (IAA) oleh Bakteri yang Diisolasi dari Akar Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*). Fakultas MIPA Universitas Nusa Bangsa, Bogor, *Jurnal Nusa Kimia* 5 (2): 26-35.
- Rahmah, F.D.A., Arifin, M.Z., Anam, K. 2019. Proses Adopsi Inovasi Pupuk Organik Cair Mikro Organisme Lokal (MOL) di Kelurahan Gebang Kecamatan Patrang Kabupaten Jember. *J. Agrica*. 12 (1).
- Saraswati, R., Husen, E., Simanungkalit, R.D.M. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Jakarta (ID): Balai Besar Litbang Sumberdaya Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. 270p.
- Schaad, N.W., Jones, J.B., Chun, W. 2001. Plant Pathogenic Bacteria. Ed ke-3. The

- Minnesota: American Phytopathological Society.
- Setiawati, M.R., Suryatmana, P., Sofyan, E.T. 2018. Respons Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) yang Diaplikasikan Bakteri Endofitik Diazotrof dan Pupuk N terhadap Populasi Endofitik Diazotrof, Konsentrasi N, dan Bobot Kering Tanaman pada Inceptisols Jatinangor. *J. Agroekotek* 10 (2): 1-9.
- Simarmata, T., Hindersah, R., Setiawati, M.R., Fitriani, B., Suriatmana, P., Sumarni, Y., Arief, D.H. 2004. Strategi Pemanfaatan Pupuk Hayati CMA dalam Revitalisasi Ekosistem Lahan Marjinal dan Tercemar. *Workshop Produksi Inokulan CMA*. 22-23 Juli 2004.
- Sukmadewi, D.K.T., Anas, I., Widyastuti, R., Citraresmini, A. 2017. Uji Fitopatogenitas, Hemolisis dan Kemampuan Mikroba dalam Melarutkan Fosfat dan Kalium. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 2: 68-73.
- Sutariati, G.A.K., L.O. Safuan. 2012. Perlakuan Benih dengan Rizobakteri Meningkatkan Mutu Benih dan Hasil Cabai (*Capsicum annum* L.). *J. Agron. Indonesia* 40: 125-131.
- Vessey, J.K. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant Soil* 255 : 571-586.
- Yeh, T.E., Pinsky, B.A., Banaei, N., Baron E.J. 2009. Hair Sheep Blood, Citrated or Defibrinated, Fulfills All Requirements of Blood Agar for Diagnostic Microbiology Laboratory Tests. *Plos One*. 4 (7): 1-8.